بهره گیری از تکنولوژی NDT در پایش وضعیت مخازن شرکت طوس فدک

رسول خدابخشیان کارگر[۱]، محسن شاکری[۲]

مشهد- کیلومتر ۲۵ جاده چناران- کارخانه طوس فدک

ra_kh544@stu-mail.um.ac.ir

چکیده

مهمترین فرآیند موجود در کارخانه طوس فدک، تولید مخازن پلی اتیلن می باشد. فاکتورهای اساسی و عملکردی این مجموعه سرعت تولید، راندمان زمانی و نرخ یکنواختی ضخامت مخازن می باشد. از آنجائیکه برنامه تولید مخازن شرکت طوس فدک رو به افزایش است لذا کنترل دقیق مخازن تولیدی نیازمند بکارگیری اتوماسیون و نگهداری قالب ها و مخازن می باشد. در این بین مدیریت مجموعه مخازن با توجه به اهمیت موضوع، پروژه بهینه سازی ضخامت مخازن را به منظور ایجاد بستری مناسب جهت پاسخگویی به نیاز کنترل کیفی بر مبنای پایش وضعیت از طریق تکنولوژی NDT تعریف و اجرا نمود. مقاله حاضر گزارشی کاربردی از چگونگی بکارگیری این تکنولوژی، فرآیند و فعالیت های اجراشده در طی این پروژه ارائه می نماید.

واژه‌های کلیدی: پایش وضعیت، NDT، مخازن، شرکت طوس فدک.

مقدمه

در مدیریت سنتی، نگهداری و تعمیرات به عنوان ابزار پشتیبانی، غیر بهره ور و کم اهمیت که مزیت ناچیزی را برای مؤسسات در نظر می گرفت، مد نظر قرار گرفته می شد. اما در نگرش نوین نگهداری و تعمیرات، تأسیسات و ماشین آلات به عنوان بخش ضروری عملیات مرکز تولیدی مورد توجه قرار می گیرد و بکارگیری استراتژی های اثر بخش نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه موجب افزایش ارزش افزوده قابل توجهی در فعالیت های تولیدی می گردد، به همین دلیل نگهداری به عنوان یک اصل در مقیاس جهانی در مؤسسات تولیدی مورد استفاده قرار می گیرد [۱]. در این نگرش سیستم نگهداری و تعمیرات، اصل بر آماده نگاه داشتن تجهیزات و دستگاه ها می باشد. هدف از برنامه ریزی اصولی و برنامه ریزی شده تجهیزات و ماشین آلات در این سیستم به صفر رسانیدن تعمیرات اضطراری، توقفات ناگهانی و افزایش قابلیت پیش بینی تعمیرات دوره ای و برنامه ریزی شده و تعمیرات اساسی می باشد.

رقابت شدید به همراه فن آوری پیشرفته و رو به رشد کنونی، تغییرات زیادی را در دورنمای صنعت پدید آورده است. به طور پیوسته محصولات، روشها، فرآیند ها و سیستم های جدید ابداع و مورد بهره برداری قرار می گیرند. به همین دلیل باید با

---

[۱] فوق لیسانس، مهندس طراح و مسئول کنترل کیفی کارخانه طوس فدک

[۲] مربی، عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد

رعایت برنامه های صحیح، سطوح بهره برداری از تجهیزات بهبود یابد. در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران که بیشتر وارد کننده تکنولوژی و ماشین آلات از کشورهای پیشرفته می باشند، لازم است که در امر نگهداری و تعمیرات با استفاده از تکنیک ها و سیستم های پیشرفته، سرمایه گذاری های لازم صورت پذیرد تا بتوان حداکثر بهره وری از سرمایه های هزینه شده در خرید ماشین آلات را بعمل آورد. از آنجائی که حجم سرمایه گذاری در احداث مراکز صنعتی و تولیدی قابل ملاحظه است، مدیریت مناسب نظام های " نت" به منزله صیانت از سرمایه های ملی کشور لازم است، و برای استفاده بهینه و افزایش عمر مفید دستگاهها، تجهیزات، ماشین آلات در مراکز صنعتی و تولیدی، نیاز به یک تشکیلات منسجم و پایدار که متولی" نت" علمی باشد اجتناب ناپذیر است. و لذا سیاست مناسب " نت" می تواند نقش بسیار مهمی در دسترس پذیری (Availability) و کارآیی (Efficiency)، کیفیت تولید و ایمنی سیستم داشته باشد.

اتوماسیون نمودن و به کارگیری تکنیک های مناسب برای نگهداری از ماشین آلات، مسلما" در بالا بردن کیفیت و طول عمر ماشین ها، بهره وری بیشتر از ماشین ها، تولید بیشتر و تقلیل هزینه ها کمک شایانی می نماید. لازم به ذکر است که هزینه های نگهداری و تعمیرات بستگی به نوع ماشین و موارد خاص آن دارد. این هزینه ها معمولا"بین ۱۵٪ تا۴۵٪ از هزینه کالاهای تولید شده را شامل می شود. امروزه با تحولی که در بکارگیری شبکه های عصبی و منطق فازی در نگهداری از ماشین ها و تشخیص عیوب ایجاد شده و با توجه به تنوعی که در تکنیک ها و سیستم های مختلف نگهداری و تشخیص عیوب در ماشین های مختلف وجود دارد، راه برای اتوماسیون کردن ماشین ها با بکارگیری تکنیک های مختلف نگهداری از سیستمهای مکانیکی هموار شده است.

اهداف

مهمترین فرآیند موجود در کارخانه طوس فدک، تولید مخازن می باشد. فاکتورهای اساسی و عملکردی این مجموعه سرعت تولید، راندمان زمانی و نرخ یکنواختی ضخامت مخازن می باشد. از آنجائیکه برنامه تولید مخازن شرکت طوس فدک رو به افزایش است لذا کنترل دقیق مخازن تولیدی نیازمند بکارگیری اتوماسیون و نگهداری قالب ها و مخازن می باشد. در این بین مدیریت مجموعه مخازن با توجه به اهمیت موضوع، پروژه بهینه سازی ضخامت مخازن را به منظور ایجاد بستری مناسب جهت پاسخگویی به نیاز کنترل کیفی بر مبنای پایش وضعیت از طریق تکنولوژی NDT تعریف و اجرا نمود. مقاله حاضر گزارشی کاربردی از چگونگی بکارگیری این تکنولوژی، فرآیند و فعالیت های اجراشده در طی این پروژه ارائه می نماید.

مواد و روشها

- آشنایی با شرکت و صنعت مربوطه

شرکت سهامی خاص طوس فدک، اولین و بزرگترین تولید کننده انواع سمپاش و مخازن پلی اتیلن می باشد. این شرکت در بیست و هفتم دی ماه سال ۱۳۶۸ با ظرفیت پروانه ای سالانه ۵۰۰ دستگاه سمپاش کار خود را آغاز کرد. در حال حاضر، این شرکت با مساحت ۴۰۰۰۰ متر مربع زمین و ۵۰۰۰ متر مربع سالن با ظرفیت تولید سالانه ۹۵۰۰ دستگاه انواع سمپاش در استان خراسان رضوی فعالیت می نماید. محصولات این شرکت علاوه بر اختیار داشتن سهم عمده ای از بازارهای داخلی به سایر کشور ها از جمله عراق، ازبکستان، افغانستان، امارات متحده عربی و ونزوئلا صادر می شوند. کیفیت محصولات طوس فدک تاکنون از طرف بخش های مختلف دولتی و خصوصی کتبا" مورد تایید قرار گرفته تا جائیکه موفق به اخذ رتبه اول کشوری گردیده و متعاقب آن نیز لوحها و تقدیر نامه هایی از ریاست جمهور، وزیر محترم جهاد کشاورزی و دیگر ادارات و مسئولین ذیربط دریافت نموده است.

- روش آزمایش

پایش وضعیت، با تکنیک و روش های مختلفی اجرا می گردد. هر تکنیک، به طور خاص، بر روی برخی علائم مشخصه از وضعیت کار کرد ماشین تمرکز دارد و پارامتر های خاصی را اندازه گیری می نماید که نشان دهنده وضعیت سلامت ماشین

است. پارامتر اندازه گیری شده با توجه به مشخصات ماشین تعیین می گردد. به عنوان مثال این پارامتر می تواند ارتعاشات ماشین، صدای ایجاد شده توسط ماشین، ذرات آلاینده موجود در روغن، دمای نقاط مختلف ماشین باشد. به این ترتیب، روش های مختلف پایش وضعیت (CBM)، با توجه به پارامتر اندازه گیری شده، آنالیز ارتعاشات، آنالیزصدا، آنالیز روغن، آنالیز دما نامیده می شوند. هر کدام از این تکنیک ها، کاربرد مشخصی دارند و در پاره ای از ماشین آلات و موقعیت ها، می توانند مفید واقع شوند. همچنین برای اندازه گیری کمیت مورد نظر، هر تکنیک نیاز به تجهیزات خاصی دارد. در جدول(۱) تکنیک های متداول پایش وضعیت، به همراه کاربرد و تجهیزات مورد نیاز را نشان می دهد.

جدول(۱) تجهیزات و کاربرد تکنیک های مختلفCBM

تکنیک	تجهیزات	کاربرد
ترموگرافی	پیزومتر، دوربین مادون قرمز	یاتاقانها ، سایش، اتصالات الکتریکی،نشت سیال، عایق های حرارتی....
صوت	میکروفن، صدا سنج	صدای انتشار یافته در اتاق موتور، نشت سیال تحت فشار، رینگ پیستون
ارتعاشات	آنالیزر، شتاب سنج	عیوب یاتاقان،گیربکس،عدم هم محوری، نامیزانی، خمیدگی و ساییدگی شافت ها، بررسی ترک و عدم روان کاری صحیح
تست غیرمخرب(NDT)	اشعهX، جریان گردابه، اولتراسونیک	بررسی ضخامت ها، خوردگی وترک
ذرات روغن	آزمایشگاه آنالیز روغن	تخمینی از وضعیت روغن وذرات سایشی
تحلیل جریان	آنالیزر، سنسورجریان	موتورهای الکتریکی،ژنراتورها،ترانسفورماتورها
عملکرد	سنسورهای اندازه گیری پارامترهای فرایند	توربین،کمپرسور،پمپ،موتور

همانطور که از این جدول مشخص است یکی از روش های مؤثر در کنترل ضخامت و بررسی ترک ها تست های غیر مخرب می باشد. بدین منظور مدیریت مجموعه مخازن با توجه به اهمیت موضوع، پروژه بهینه سازی ضخامت مخازن را به منظور ایجاد بستری مناسب جهت پاسخگویی به نیاز کنترل کیفی بر مبنای پایش وضعیت از طریق تکنولوژی NDT تعریف و اجرا نمود. برای انجام آزمایش از یک دستگاه اولتراسونیک مدل NT 550 استفاده شد (شکل ۱).

نتایج و بحث

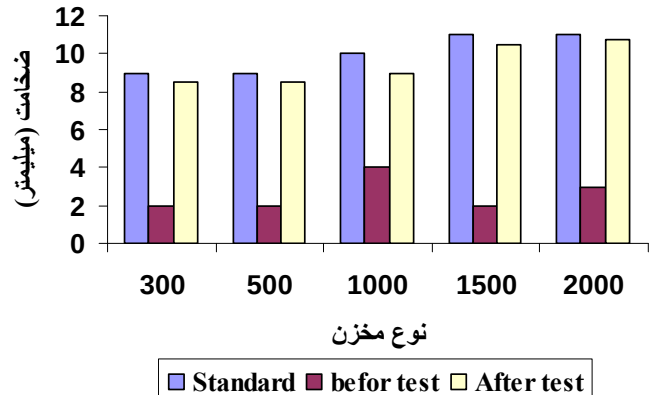
بررسی ضخامت مخازن افقی و عمودی نشان داد که در مخازن عمودی، ضخامت بصورت یکنواخت در سرتاسر مخازن توزیع شده است. دلیل این مطلب سیستم چرخش کوره می باشد بطوریکه در مخازن عمودی گردش کامل در دو جهت صورت می گیرد که این مسئله موجب پر شدن یکنواخت دیواره های قالب می شود. ولی در مورد مخازن افقی باید گفت که یک چرخش کامل و یک چرخش ۲۷۰ درجه برای قالب اتفاق می افتد. لذا با مشخص شدن عدم یکنواختی در طرفین مخازن افقی، با توجه

به کمی ضخامت ناحیه مربوطه از مخزن در مقایسه با استاندارد تعریف شده برای مخزن مربوطه قالب مربوط اصلاح شد. جدول ۲ نتایج تست اولتراسونیک به منظور کنترل ضخامت مخازن افقی را نشان می دهد.

جدول۲- نمونه نتایج کنترل ضخامت مخازن افقی

نوع مخزن (لیتر)	عدم یکنواختی	اصلاح
۳۰۰	کمبود ضخامت به میزان ۲ میلیمتر در قسمت پائین مخزن	استفاده از یک ورق ۲ میلیمتر در قسمت بالای مخزن
۵۰۰	کمبود ضخامت به میزان ۲ میلیمتر در قسمت پائین و دو طرف مخزن	استفاده از سه ورق ۲ میلیمتر در قسمت بالای مخزن
۱۰۰۰	کمبود ضخامت به میزان۴ میلیمتر در قسمت پائین و ۲ میلیمتر در دو طرف مخزن	استفاده از دو ورق ۳ میلیمتر در قسمت بالای مخزن
۱۵۰۰	کمبود ضخامت به میزان۲ میلیمتر در دو طرف مخزن	استفاده از دو ورق ۲ میلیمتر در قسمت بالای مخزن
۲۰۰۰	کمبود ضخامت به میزان۳ میلیمتر در دو قسمت سر و ته مخزن	استفاده از دو ورق ۳ میلیمتر در قسمت بالای مخزن

همانگونه که از شکل ۲ مشاهده می شود با بکارگیری سیستم پایش وضعیت، ضخامت مخازن به حالت استاندارد خود نزدیک شده و میزان انطباق بین حالت استاندارد و واقعی افزایش می یابد. که با توجه به بررسی های صورت گرفته علت امر اجرای برنامه پایش و ضعیت می باشد، که با اجرای این طرح درصد نایکنواختی ضخامت مخازن نسبت به حالت استاندارد که درصد قابل توجهی از عملکرد را به خود اختصاص می دهد کاهش یافته و با صرف اندکی هزینه، راندمان تولید افزایش می یابد.



شکل ۲- ضخامت مخزن برحسب نوع مخزن

بررسی میزان هزینه تعمیرات و زمان تلف شده برای جوشکاری مخازن نشان می دهد که بازده متوسط هر یک از مخازن مورد مطالعه با رعایت یک برنامه مؤثر پایش وضعیت به میزان قابل توجهی افزایش یافت. که با توجه به بررسی های صورت گرفته علت امر اجرای برنامه پایش وضعیت می باشد، که با اجرای این طرح درصد زمان تلف شده به علت نقص یکنواختی که درصد قابل توجهی از تولید مخزن را به خود اختصاص می دهد کاهش یافته و با صرف اندکی هزینه، بازده تولید افزایش می یابد (جدول ۳). نتایج حاصل از یک مطالعه موردی توسط خدابخشیان و همکاران در منطقه باغین کرمان که عملکرد ، افت راندمان و زمان از دست رفته دو نمونه از ماشین های کشاورزی در یک پروژه در دو حالت عادی و استفاده از یک برنامه مؤثر پایش وضعیت را بررسی کردند نیز نتایج بدست آمده در این تحقیق را تأیید می کند[۲]. . نتایج حاصل در جداول ۴ و ۵ نشان داده شده است. همانطور که از این جداول مشاهده می شود استفاده از نت پیشگیرانه، افزایش عملکرد چشمگیری را به همراه داشته است.

جدول ۳- هزینه تعمیرات، زمان تلف شده برای جوشکاری و بازده در دو حالت عادی و استفاده از پایش وضعیت

نوع مخزن	حالت عادی			استفاده از برنامه پایش وضعیت		
	هزینه تعمیرات (ریال)	زمان تلف شده (ساعت)	بازده	هزینه تعمیرات (ریال)	زمان تلف شده (ساعت)	بازده
۳۰۰	۱۷۰۰۰۰۰	۱۰۰	۰.۶۷	۸۵۰۰۰	۵	۰.۸۸
۵۰۰	۲۶۰۰۰۰۰	۲۲۵	۰.۳۳	۲۳۶۰۰۰	۲۰	۰.۸۳
۱۰۰۰	۳۰۰۰۰۰۰	۲۵۰	۰.۳	۳۰۰۰۰۰	۲۵	۰.۸۱
۱۵۰۰	۲۲۴۰۰۰۰	۱۵۰	۰.۵	۱۲۰۰۰۰	۸	۰.۸۷
۲۰۰۰	۲۰۵۰۰۰۰	۱۲۰	۰.۶	۱۰۲۵۰۰	۶	۰.۸۸

جدول ۴- هزینه تعمیرات، زمان تلف شده و بازده گاوآهن در دو حالت عادی و اسفاده از پایش وضعیت

حالت عادی			استفاده از پایش وضعیت		
هزینه تعمیرات (ریال)	زمان تلف شده (ساعت)	بازده (درصد)	هزینه تعمیرات (ریال)	زمان تلف شده (ساعت)	بازده (درصد)
۷۱۲۰۰۰۰	۶۰	۶۵.۳	۶۰۰۰۰۰۰	۳۲	۷۷.۵

جدول ۵- هزینه تعمیرات، زمان تلف شده و بازده دیسک و غلطک در دو حالت و استفاده از پایش وضعیت

حالت عادی			استفاده از پایش وضعیت		
هزینه تعمیرات (ریال)	زمان تلف شده (ساعت)	بازده (درصد)	هزینه تعمیرات (ریال)	زمان تلف شده (ساعت)	بازده (درصد)
۴۵۰۰۰۰۰۰	۴۰۰	۵۸	**۲۸۰۰۰۰۰۰**	۲۴۰	۷۰

در تحقیقی که رضایی و همکاران روی تراکتور MF ۳۹۹ توسط پایش وضعیت از طریق آنالیز روغن انجام دادند به نتایج مطلوبی مبنی بر کاهش هزینه تعمیرات دست یافتند که در جدول ۶ نشان داده شده است. در این تحقیق در یک بازه زمانی شش ماهه از تست PQ، تست میزان آب در روغن، تست نقطه اشتعال، تست میکروسکوپی برای تشخیص آلودگی هایی نظیر سیلیس و گرد و خاک و تست گرانروی استفاده شده است. در این بررسی نشان داده شده است که استفاده از این تست ها، هزینه تعمیرات به مقدار قابل توجهی کاهش داده و تعمیرات جزئی از تعمیرات اساسی پیشگیری کرده است [۳].

جدول ۶- نتایج اقتصادی اجرای پایش وضعیت

هزینه در یک سال (ریال)	قبل از اجرای پایش وضعیت	بعد از اجرای پایش وضعیت
هزینه روغن موتور	۷۰۰۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰۰
هزینه فیلتر	۲۵۰۰۰۰	۱۲۵۰۰۰
هزینه ناشی از توقف دستگاه در هنگام سرویس	۱۸۷۵۰۰۰	۹۳۷۵۰۰
هزینه برای موتور	۸۱۰۰۰۰	۸۱۰۰۰۰

نتیجه گیری

بسیاری از واحد های صنعتی، بازدهی را در حیطه مسائل نگهداری در نظر نمی گیرند. با این حال، ماشینی که با بازده قابل قبول کار نکند، میزان تولید و سود دهی را تا حد زیادی کاهش می دهد. بنابراین در یک برنامه جامع CM باید پارامترهای فرآیند نیز اندازه گیری و بررسی گردد(آنالیز ارتعاشات، روغن، ترموگرافی).در این حالت اندازه گیری بازدهی کلی دستگاه می تواند یک معیار مناسب از وضعیت دستگاه و همچنین یک بررسی اقتصادی از کارکرد آن باشد. استفاده از روشها و تکنیک های مختلف پایش وضعیت و اتوماسیون کردن نگهداری باعث بالا بردن بهره وری ماشینها، صرف هزینه های کمتر در نگهداری و تعمیر، کاهش زمان تعمیر و کاهش انبار قطعات یدکی می شود. نتایج حاصله مؤید این مطلب است که با برقراری یک برنامه مؤثر پایش وضعیت در کنترل مخازن، عدم یکنواختی مخازن به میزان قابل قبولی کاهش می یابد.

منابع

[۱] ع، حاج، نگهداری وتعمیرات (نت) بهره ور و فراگیر،ترجمه، مؤسسه مهندسین نگهداری وتعمیرات ژاپن.

[۲] ر، خدابخشیان. م، شاکری. ج، برادران. "پایش وضعیت در بهینه سازی برنامه نگهداری و تعمیر ماشین آلات کشاورزی". پنجمین کنگره نت. ایران. مرکز همایشهای رازی. ۱۳۸۷.

[۳] م، رضایی. س، محتسبی. ع، خوشرو. " بررسی وضعیت ماشین های کشاورزی با استفاده از آنالیز ذرات فرسایشی و روانکاوها"، سومین کنفرانس مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، ۳۰-۲۹ فروردین ماه ۱۳۸۶.

[۴] م، موسوی. "کاندیشن مونیتورینگ و اتوماسیون تعمیرات در ماشین های کشاورزی"، سومین کنگره مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، ۳۰-۲۹ فروردین ۱۳۸۶.

[۵] ح، احمدی. "تعیین زمان تعویض روعن موتور دیزل جرثقیل ۱۴۰ تنی لیبهر مدل LHM500G به کمک پایش وضعیت روغن" . چهارمین کنفرانس بین المللی نگهداری و تعمیرات تهران ،۱۳۸۶.